

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Ausl geschrift
11 DE 23 26 256 B 2

51 Int. Cl. 3:
G 01 N 11/00
G 01 N 33/44

21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:
44 Bekanntmachungstag:

P 23 26 256.8-52
21. 5. 73
6. 12. 73
30. 4. 81

30 Unionspriorität: 29 33 31
23.05.72 US 256167

71 Anmelder:
The B.F. Goodrich Co., 44318 Akron, Ohio, US

74 Vertreter:
Holzhäuser, P., Dr.-Ing.; Goldbach, W., Dipl.-Met.;
Schieferdecker, L., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6050 Offenbach

72 Erfinder:

Karper, Paul William, Stow, Ohio, US; Porter, John Paul,
Cuyahoga Fall, Ohio, US

55 Entgegenhaltungen:

DE-OS 17 98 121
Journal of Applied Physics, 27, 1956, S. 685-690;
DIN 53 513, Dez. 1962;

54 Gerät zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften eines Elastomers

DE 23 26 256 B 2

DE 23 26 256 B 2

FIG. 1

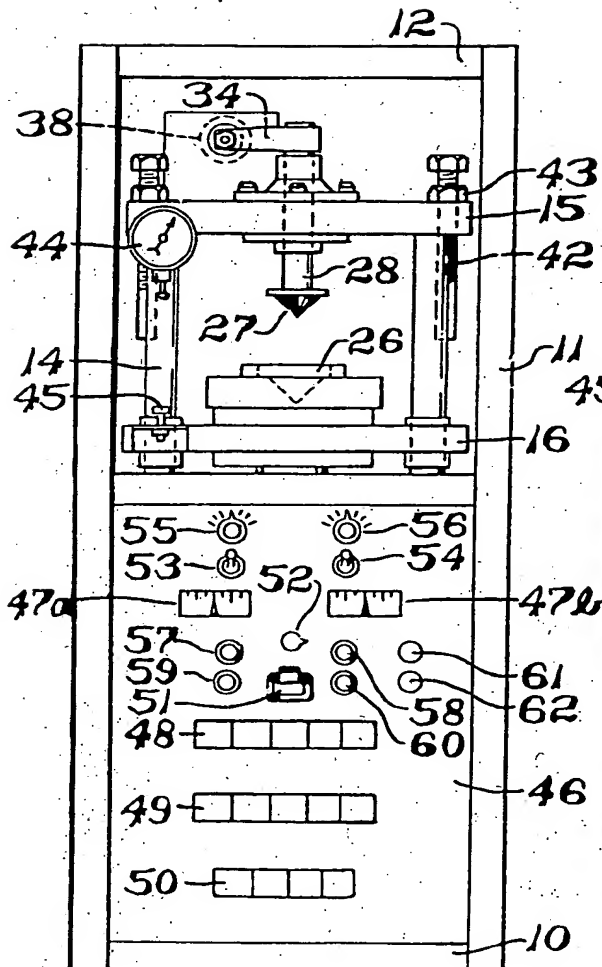


FIG. 3

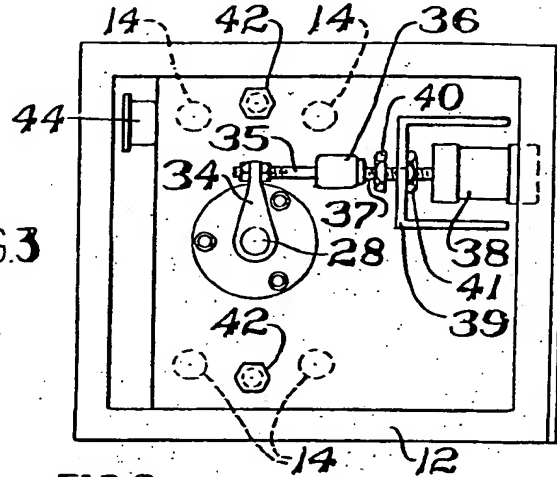
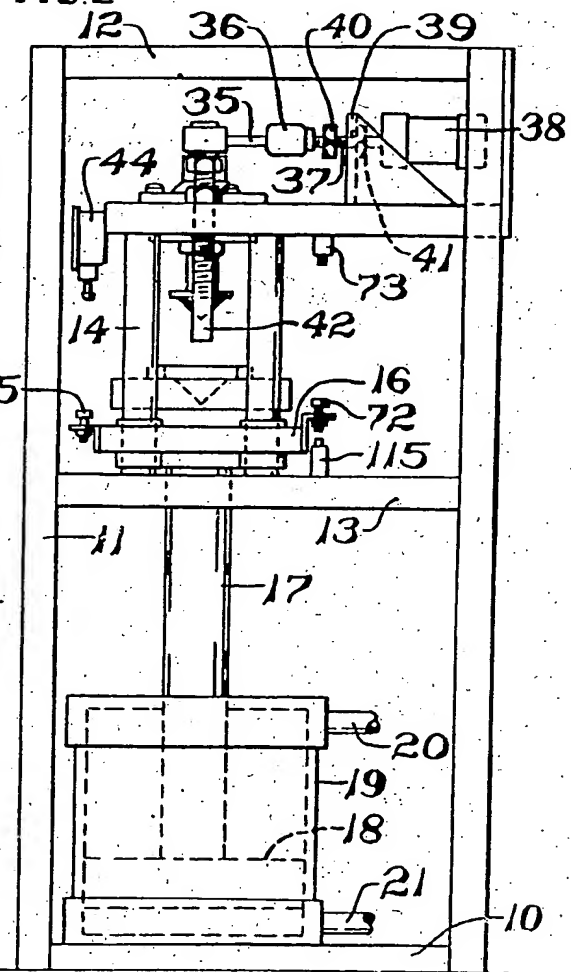


FIG. 2



Patentansprüche:

1. Gerät zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften eines Elastomers, mit einer die Proben erfassenden Einrichtung zum Bewegen des einen Teils gegenüber dem anderen Teil, wobei eine zu untersuchende Elastomerprobe von beiden Teilen erfaßt und einer vorbestimmten Verformung unterworfen wird, und mit einer Einrichtung zum Erzeugen eines ständigen elektrischen Signals als Anzeige der auferlegten Spannung als Folge der Verschiebung und der Relaxationsspannung, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (48) zur numerischen Anzeige der in einer Probe hervorgerufenen maximalen Spannung, durch eine Einrichtung (49) zur numerischen Anzeige eines Zeitintervalls, in dem die Spannung auf einen vorbestimmten Prozentsatz des maximalen Werts zurückgeht, und durch eine Einrichtung (50) zur numerischen Anzeige eines Integrals des Signals über eine vorbestimmte Zeit.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Anzeige der in der Probe hervorgerufenen maximalen Spannung ein Digitalvoltmeter (48) ist, daß eine Integrationsschaltung (84) zwischen das Digitalvoltmeter (48) und die Einrichtung (36) zum Erzeugen des elektrischen Signals geschaltet ist, und daß eine Einrichtung (82a) vorgesehen ist, um die Integrationsschaltung (84) für eine vorbestimmte Zeit in Betrieb zu setzen.

3. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum numerischen Anzeigen des Zeitintervalls ein Zähler (49) ist, dem eine Einrichtung (98, 99) zum Starten des Zählers (49) zugeordnet ist, wenn auf die Probe eine Torsionskraft ausgeübt wird, und dem Einrichtung (101 bis 103) zum automatischen Abschalten des Zählers (49) zugeordnet ist, wenn die in der Probe zurückbleibende Spannung auf einen vorbestimmten Prozentsatz des Maximalwerts abgesunken ist.

4. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Erzeugen eines elektrischen Signals einen elektrischen Dehnungsmesser (36) aufweist, der auf die auf die Probe übertragene Torsionskraft anspricht, und daß eine elektrische Schaltung zum Speichern des vom Dehnungsmesser (36) erhaltenen, maximalen Signals und eine Einrichtung zum Anzeigen dieses maximalen Signals vorgesehen sind.

5. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Aufheizen des die Probe erfassenden Teils (27) auf eine vorbestimmte Temperatur.

6. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die die Probe erfassenden Teile (26, 27) elektrisch beheizbar sind, und daß Einrichtungen (47a, 47b) für ein getrenntes Steuern der Temperaturen der Teile (26, 27) vorgesehen sind.

Die Erfindung betrifft ein Gerät zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften eines Elastomers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Herstellung von Gegenständen aus Elastomeren erfordert eine Kenntnis der Verarbeitungseigenschaften dieser Elastomere. Eine wichtige Verarbeitungsei-

genschaft ist die Art, wie das Material auf spezifische Belastung bzw. Spannungen reagiert und die Zeit, die das Material benötigt, um sich von der spezifischen Belastung bzw. Spannung zu erholen. Wird eine

5 Elastomerprobe einer vorübergehenden Drehverformung vorbestimmter Größe unterworfen, so ist, wie man jetzt weiß, die Zeit, in welcher die sich ergebende Spannung auf einen vorherbestimmten Prozentsatz des maximalen Wertes abklingt oder sich verringert, ein
10 guter Anhaltspunkt für die Bearbeitbarkeit des Elastomers und ebenso eine wichtige Eigenschaft des ausgehärteten Elastomers. Es sind daher Prüfgeräte geschaffen worden, um eine Elastomerprobe einer solchen Prüfung zu unterziehen und die Ergebnisse
15 mittels eines Registriergeräts aufzuzeichnen. Dies erfordert eine genaue Anzeige der Eigenschaften des Elastomers, die als Spannungsrelaxation bezeichnet wird, was sich aber leider für eine Herstellungskontrolle nicht eignet, weil die Aufzeichnung und Auswertung
20 einer Kurve für jede untersuchte Probe dabei notwendig würde.

In dem Journal of Applied Physics 27 (1956), Seiten 685 bis 690 ist ein Gerät zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften eines Elastomers be-
25 schrieben, welches eine die Proben erfassende Einrichtung mit einem Paar zueinander beweglicher Teile in Form eines Prüfbeckers und eines Rotors, sowie eine Einrichtung zum Bewegen des einen Teils (des Rotors) gegenüber dem anderen Teil (dem Prüfbecher) aufweist;
30 hierbei wird eine zu untersuchende Elastomerprobe von den beiden Teilen erfaßt und einer vorbestimmten Verformung unterworfen. Ferner ist in dem bekannten Gerät eine Einrichtung zum Erzeugen eines ständigen elektrischen Signals als Anzeige der auferlegten
35 Spannung als Folge der Verschiebung und der Relaxation der Spannung vorgesehen. Bei diesem bekannten Gerät sind die beweglichen Teile in Form des Prüfbeckers und des Rotors unter verschiedenen Winkeln angeordnet, und Höhe sowie Durchmesser des Rotors bzw. des Prüfbeckers sind kritisch, so daß mit
40 diesem Gerät allenfalls von eingearbeiteten und versierten Bedienungspersonen brauchbare Ergebnisse erzielt werden können. Auch sind bei diesem bekannten Gerät keinerlei Anzeigeeinrichtungen vorgesehen, um
45 beispielsweise eine in einer Probe hervorgerufene maximale Spannung, ein bei der Durchführung einer Probe einzuhaltendes Zeitintervall u. ä. beispielsweise numerisch anzuzeigen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein
50 Gerät zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften eines Elastomers zu schaffen, bei welchem bei einer automatisch und schnell durchgeführten Untersuchung die Ergebnisse in leicht abzulesender Form geliefert werden. Gemäß der Erfindung ist dies bei einem Gerät
55 zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften eines Elastomers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angeführt.

60 Durch die Erfindung ist somit ein Gerät zum Bestimmen der physikalischen Eigenschaften eines Elastomers dahingehend verbessert, daß es eine numerische Angabe des Werts der sich ergebenden Spannung bzw. der spezifischen Belastung liefert, ferner
65 festlegt, wann diese Spannung bzw. spezifische Belastung auf einen vorbestimmten Prozentsatz des maximalen Werts abgeklungen ist und dann eine zahlenmäßige Angabe des Zeitintervalls liefert, welche

für das vorher bestimmte Abklingen oder die Spannungsrelaxation notwendig ist und darüber hinaus einen Zahlenwert für den Bereich unter der Spannung-Zeit-Kurve für eine vorher bestimmte Zeit nach der maximalen Spannung oder spezifischen Belastung liefert. Dieser letztgenannte Wert, der bezeichnend für die Form der Kurve ist, ergibt zusammen mit dem Zahlenwert für die maximale Spannung eine wichtige Information über die Verarbeitungseigenschaften des Elastomers.

Zusätzlich kann in dem Gerät eine automatische Zeitverzögerung und eine Heizeinrichtung zum Aufheizen der Probe vorgesehen sein, wobei dann nach dem Einlegen einer Probe in das Gerät die Bestimmung erst nach Verstreichen eines hinreichend langen Zeitintervalls durchgeführt wird, um dadurch sicherzustellen, daß die Probe die richtige Temperatur hat. Die Untersuchung wird dann automatisch und schnell durchgeführt, so daß die Bestimmung auch von weniger geübtem Bedienungspersonal mit einem Minimum an Aufmerksamkeit vorgenommen werden kann. Da die Ergebnisse in Form von leicht abzulesenden Zahlenwerten vorliegen, eignet sich das Gerät sehr gut zu einer Herstellungskontrolle von Elastomeren oder von Elastomere enthaltenden Gegenständen.

Die Erfindung wird nunmehr anhand einer bevorzugten Ausführungsform in Verbindung mit den Zeichnungen erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Vorderansicht einer bevorzugten Ausführungsform des Geräts;

Fig. 2 eine Seitenansicht des in Fig. 1 dargestellten Geräts;

Fig. 3 eine Draufsicht auf das Gerät nach Fig. 1 und 2;

Fig. 4 teilweise im Schnitt und teilweise von der Seite eine vergrößerte Ansicht einer Halteinrichtung für den oberen Teil einer die Probe erfassenden Einrichtung;

Fig. 5 teilweise im Schnitt und teilweise in Seitenansicht eine vergrößerte Ansicht des unteren Teils der die Probe erfassenden Einrichtung;

Fig. 6 eine typische Spannungskurve in einer Elastomerprobe, die einer vorher bestimmten, vorübergehenden Verformung mittels des Geräts unterworfen worden war;

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Teils einer elektrischen Schaltung des Geräts mit Steuerungen für die Temperaturregelung und die Verformung der Probe, und

Fig. 8 eine schematische Schaltung für das Gerät mit Wiedergabe der verschiedenen numerischen AblESEwerte.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung so wiedergegeben, daß sie einen im wesentlichen rechteckigen Rahmen aus geeigneten Konstruktionselementen mit einer Unterlage 10, senkrechten Pfeilern 11 und Deckenteilen 12 hat. Zwischen der Unterlage 10 und den Deckenteilen 12 sitzt ein mit Öffnungen versehener Zwischenteil oder Tisch 13. Von dem Tisch 13 ragen vier senkrechte Führungspfeiler 14 nach oben, deren obere Enden mit einem Boden 15 verbunden sind und diesen tragen. Eine Platte 16 ist gleitend auf den Pfeilern 14 geführt. Die Platte 16 kann senkrecht infolge einer Verbindung mit der Kolbenstange 17 eines Kolbens 18 in einem Druckzylinder 19 bewegt werden, der mit Ein- und Auslässen 20 und 21 für Druckflüssigkeit versehen ist. Der Zylinder 19 sitzt in geeigneter Weise auf der Unterlage 10.

Aus Fig. 5 erhellt, daß die Platte 16 an das

Flanschende der Kolbenstange 17 und eine Probenhalterplatte 22 oben an die Platte 16 mit einem Kissen 23 aus Isoliermaterial dazwischen angeschraubt ist. Die Probenhalterplatte 22 ist aus die Wärme gut leitendem Material, wie Aluminium, geformt und mit einer Anzahl seitlicher Höhlungen 24 für einen Heizkörper und einer weiteren seitlichen Höhlung für ein auf die Temperatur ansprechendes Gerät, wie ein Thermoelement, versehen. Die Halteplatte 22 ist an ihrer Oberfläche ebenfalls mit einer im wesentlichen kegelförmigen Ausnehmung versehen, in der ein kegelförmiger Probenbehälter 26 herausnehmbar befestigt ist. Der Probenbehälter hat eine nach oben gerichtete, kegelförmige Höhlung, welche die zu untersuchende Elastomerprobe aufnehmen kann. Die Innenfläche des Probenbehälters kann mit etwa radial verlaufenden Graten und Riefen oder auch mit einer geeigneten Oberfläche versehen sein, um eine eingelegte Probe an einer Drehung gegenüber dem Behälter zu hindern.

In senkrechter Ausrichtung zu dem Probenbehälter 26 ist der Boden 15 mit einem senkrecht nach unten ragenden, im allgemeinen kegelförmigen Rotor 27 für die Proben versehen. Die Rotoroberfläche kann mit einer Anzahl radial verlaufender Riefen und Nuten oder einem sonstigen Muster versehen sein, um eine Relativbewegung zwischen dem Rotor und der Oberfläche der von ihm erfaßten Probe zu vermeiden, wie noch erläutert wird.

Fig. 4 läßt erkennen, daß der Rotor 27 abnehmbar an dem unteren Ende einer Hohlwelle 28 befestigt ist, die drehbeweglich im Boden 15 in geeigneten Lagern 29 sitzt. Ein Isolierkissen 30 ist zwischen den Rotor 27 und das Ende der Welle 28 gesetzt, die vorzugsweise in einer Buchse 31 sitzt. Ein Heizkörper 32 sitzt in dem Rotor 27, und seine Zuleitungen gehen durch die Bohrung der Welle 28. Ein Temperaturfühler 33, wie ein Thermoelement, ist ebenfalls in dem Rotor vorgesehen.

Das obere Ende der Welle 28 ist undrehbar mit einem radial verlaufenden Arm 34 verbunden, dessen äußeres Ende über eine einstellbare Verbindungsstange 35 mit einem Ende eines elektrischen Belastungsmessers oder einer Belastungszelle 36 verbunden ist, vgl. Fig. 1-3. Das andere Ende des Belastungsmessers 36 steht mit der Kolbenstange 37 eines Druckzylinders 38 in Verbindung, der die üblichen (nicht gezeigten) Ein- und Auslässe hat. Der Zylinder 38 sitzt in geeigneter Weise auf einem Träger an dem Rahmen des Geräts, wobei die Kolbenstange durch den Halter 39 auf dem Boden 15 gleiten kann. Die Kolbenstange 37 ist mit Gewinde und beiderseits des Halters 39 mit Muttern 40 und 41 versehen, um den Hub der Kolbenstange 37 und damit den Bogen der Bewegung des Rotors 27 einstellbar begrenzen zu können.

Ein Mittel zur Begrenzung der Annäherung des Probenbehälters oder Stators 26 an den Rotor 27 ist durch einen oder mehrere Anschläge gegeben, die von dem Boden 15 getragen werden und mit der Platte 16 in Eingriff kommen können. Wie hier gezeigt, dient als Mittel ein Paar senkrecht stehender Schrauben 42, die mit Gewinde durch die Platte 16 gehen und deren untere Enden in die Lage kommen, die Platte 16 zu berühren. Jede Schraube 42 ist mit einer Mutter 43 versehen, um sie in der eingestellten Lage zu halten. Eine geeignete Abstandsmesseinrichtung 44 kann ebenfalls auf dem Boden 15 vorgesehen sein und mit der Platte 16 in Eingriff kommen, um die Stellungen dieser Teile zueinander und damit die Nähe des Rotors 27 zum Stator 26 anzuzeigen. Das ist wünschenswert, um eine

Probenhöhlung vorherbestimmter Größe zwischen diesen Teilen vorzusehen. Die Platte 16 kann mit einem einstellbaren Anschlag 45 versehen werden, der zu dem Arbeitskolben des Messers 44 ausgerichtet ist, um dessen Nullstellung zu erleichtern.

Die Kontrollen und Anzeigevorrichtungen für das Gerät sitzen vorzugsweise an der Vorderwand 46. Die Anzeigevorrichtungen umfassen Temperaturanzeiger 47a und 47b für den Stator und Rotor und drei numerische Anzeiger 48, 49 und 50 zur Anzeige der höchsten Drehbeanspruchung in der Probe, der Zeit, die benötigt wird, um die Beanspruchung auf einen vorherbestimmten Prozentsatz des Höchstwerts zurückzuführen, und des Integrals der Drehbeanspruchung in der Probe für eine vorherbestimmte Zeit. Inmitten der Bedienungsanlage ist ein Ein- und Aus-Schalter 51 und ein von Hand und automatisch zu bedienender Wählschalter 52. Jeder Heizkörper für den Stator und Rotor ist mit eigenem Ein- und Aus-Schalter 53, 54 und Temperaturreglern 55, 56 versehen. Auf der Vorderwand 46 sind auch zwei Druckknopfschalter 57, 58 vorgesehen, welche die Bewegung des Probenbehälters 26 in eine die Proben erfassende Stellung steuern, und weiter Druckknopfschalter 59, 60, um den Rücklauf des Probenbehälters in die in der Zeichnung gezeigte Stellung zu bewirken, welche die Offen-Stellung ist. Zu den Druckknöpfen 59, 60 gehört eine Anzeigelampe 61 und zu den Druckknöpfen 59, 60 gehört eine Anzeigelampe 62, um die Arbeitszustände der von den Druckknöpfen gesteuerten Stromkreise anzugeben.

Aus den Fig. 7 und 8 der Zeichnung erhellt, daß elektrische Energie für das Gerät von einer geeigneten Quelle von 110–115 v Wechselstrom geliefert wird, wie aus den Leitungen 63, 64 und der Erdleitung 65 hervorgeht. Eine Regelung der Energiezufuhr zu dem Gerät wird durch den Ein- und Ausschalter 51 bewirkt, der in der »Ein«-Stellung elektrische Energie über Sicherungen 66, 67 zu dem Starkstromnetz 68, 69 des Geräts liefert. Heizenergie wird den Heizkörpern im Stator 26 und im Rotor 27 unter Steuerung durch die Temperaturregler 55 und 56 beim Schließen der Schalter 53 und 54 geliefert. Die jeweilige Temperatur des Stators und Rotors wird an den Temperaturanzeigern 47a und 47b angezeigt. Ein Schließen des Schalters 51 liefert ebenfalls Energie an ein Netzvorschaltegerät 70, das für einen geeigneten niedergespannten Gleichstrom für den Belastungsmesser 36 sorgt, vgl. Fig. 8.

Die Abmessungen des Probenbehälters 26 und des Rotors 27 sind so, daß eine Probe von 5 mal 5 cm und 0,6 cm Dicke genügend Material liefert, um den Raum zwischen dem Probenbehälter und dem Rotor ganz auszufüllen, wenn diese sich in der Stellung des Erfassens der Probe befinden und etwas von der Probe zwischen Rotor und Stator in deren von den Schrauben 42 begrenzter Stellung, wenn die Kolbenstange 18 aufwärts geht, die Probe unter einem vorherbestimmten Druck steht.

Der Ein- und Ausschalter 51 wird in die »Ein«-Stellung gebracht und der Schalter 52 auf automatischen Betrieb gestellt. Die Temperatur, bei der die Probe untersucht werden soll, wird durch eine entsprechende Einstellung der Temperaturregler 55 und 56 gewählt, und die Schalter 53 und 54 werden betätigt, wenn der Versuch nicht bei Raumtemperatur durchgeführt werden soll. Zeigen die Temperaturanzeiger 47a und 47b an, daß die vorherbestimmte Temperatur für Stator und Rotor erreicht sind, wird die Probe über die Höhlung im Probenbehälter 26 gelegt und werden die

Druckknöpfe vorgesehen, um die Bedienungsperson zu zwingen, beide Hände zu benutzen, und auf diese Weise eine Betätigung zu verhindern, während die Bedienungsperson die Probe in Stellung bringt.

Das Schließen der Schalter 57 und 58 erregt das Solenoid 71 eines üblichen elektromagnetischen Luftventils, um Druckluft in den unteren Teil des Zylinders 19 durch den Einlaß 21 strömen zu lassen. Das bewegt den Kolben 18 und die Platte 16, auf welcher der Probenbehälter 26 und die Probe liegen, nach oben, bis die Platte 16 die Schrauben 42 erfaßt. Diese Schrauben sind vorher so eingestellt, daß beim Erfassen der Platte 16 die Probe vom Rotor 27 erfaßt und fest in die Höhlung des Probenbehälters 26 unter einem vorherbestimmten Druck gepreßt wird. Wenn diese Stellung erreicht ist, berührt ein einstellbarer Anschlag 72, der auf der Platte 16 sitzt, den Grenzscharter 73 und betätigt ihn, vgl. auch Fig. 2. Die Betätigung des Schalters 73 schließt seine Kontakte 73a und 73b. Das Schließen des Kontakts 73a bildet einen Haltekreis um die Schalter 57 und 58, die jetzt abgeschaltet werden können, und das Solenoid 71 bleibt erregt, um die Zufuhr von Druckluft zum Zylinder 19 fortzusetzen, wodurch der Probenbehälter 26 in Halte- und Druckstellung gegenüber dem Rotor 27 gehalten wird. Das Schließen der Kontakte 73b läßt die Lampe 61 aufleuchten, um der Bedienungsperson anzuzeigen, daß die Druckknöpfe 57 und 58 losgelassen werden können.

Das Schließen des Kontakts 73b liefert ebenfalls Strom über den handbedienten oder automatischen Schalter 52 und erregt das Solenoid 74. Das Solenoid 74 ist ein einstellbares Verzögerungsrelais, das eingestellt wird, um eine Verzögerung bis zu 55 sec zu erhalten, so daß die von dem Rotor 27 und dem Stator 26 erfaßte Probe Zeit hat, die vorherbestimmte Temperatur anzunehmen.

Ist die vorherbestimmte Zeit verstrichen, schließt das Verzögerungsrelais 74 seine Kontakte 74a und 74b. Das Schließen des Kontakts 74a bildet einen Stromkreis zu dem in Fig. 8 gezeigten Anzeige- und Aufzeichnungskreis, wie nachstehend erläutert wird. Das Schließen des Kontakts 74b bildet einen Kreis zur Erregung der Spule 75 eines pneumatischen Verzögerungsrelais, das nach einer bestimmten Zeit bis zu 6 sec einen Druckluftstoß an den Zylinder 38 gibt und damit den Rotor 27 um einen vorherbestimmten Betrag dreht, der durch die Einstellung der Muttern 40 und 41 gewählt wurde. Zweckmäßig beträgt die Bewegung 4 Bogengrade und wird so ausgeführt, daß die Höchstbeanspruchung in der Probe in etwa 0,005 sec erzielt wird und zu schwinden oder abzuklingen beginnt, wie es die Fig. 6 zeigt, die eine graphische Wiedergabe der Drehbeanspruchung ist, welche in einer Elastomerprobe von dem Gerät erzeugt wird.

In Anbetracht der im allgemeinen exponentiellen Natur des Beanspruchungsschwunds wird vorzugsweise nicht versucht, die Zeit zu messen, nach welcher der vollständige Schwund eingetreten ist, sondern es wird besser die Zeit gemessen, in der die Höchstbeanspruchung auf einen Punkt abklingt, in dem sie auf einen Betrag verringert ist, so daß ein weiterer Schwund viel langsamer erfolgt. Aus der Form der Kurve in Fig. 6 erhellt, daß dies eintritt, wenn der Beanspruchungsschwund in der Probe zu etwa zwei Dritteln vervollständigt ist. Es wurde aber gefunden, daß eine Messung etwas eher ebenso zuverlässige Ergebnisse zeitigt, wenn die Untersuchung beschleunigt wird. Daher wird zweckmäßig der Meßpunkt der Zeit für den

Schwund an dem Intervall gewählt, an dem die Beanspruchung auf 37,5% des Höchstwerts abgeklungen ist.

Es wurde ebenso gefunden, daß eine sehr gute Angabe der Verarbeitungseigenschaften von Elastomeren durch die Form der Drehbeanspruchungs-Zeit-Kurve, besonders den Teil vom Höchstwert bis zu einem Bereich erhalten wird, der in einem sehr kurzen Zeitintervall, z. B. zwei Sekunden nach dem der Probe erteilten Drehimpuls, erreicht wird. Daher wird durch Integrieren des Bereichs unterhalb der Drehbeanspruchungs-Zeit-Kurve und Division durch die Höchstdrehbeanspruchung ein Kennwert erhalten, der die Verarbeitbarkeit des Elastomers gut kennzeichnet. Dieser Wert ist insbesondere für Elastomere wichtig, bei denen die Kurvenform so ist, daß das Änderungsmaß nahe dem Bereich von 37,5% des Höchstwerts klein ist und deswegen die mechanische Reibung in dem Gerät beachtliche Fehler beim Ablesen der Zeitintervalle bedingen kann.

Fig. 8 ist ein vereinfachtes Schaltschema der Einrichtung zum Durchführen der gewünschten Messung des Höchstwerts der in der Probe auftretenden Drehbeanspruchung, des Zeitintervalls, das für ein Abklingen der Beanspruchung auf 37,5% des Höchstwerts benötigt wird, und des Integrals der Drehbeanspruchungskurve für eine vorherbestimmte Zeit von zwei Sekunden. Jeder dieser Werte wird numerisch für sich von einem Digitalgerät angezeigt.

Die Drehbewegung des Rotors 27, der schnell die Probe durch Drehung beansprucht, und das anschließende Abklingen der Probenbeanspruchung erzeugen Kräfte, die auf den Belastungsmesser 36 wirken, um ein stetiges, elektrisches Signal der Form zu erzeugen, das daneben in Fig. 8 erhalten wird. Vorzugsweise ist die Belastungszelle 36 ein elektrischer Beanspruchungsmesser und in der üblichen (nicht gezeigten) Brückenschaltung angeschlossen. Die Energie für den Belastungsmesser wird von der Gleichstromquelle 70 (Fig. 7) über Leitungen 76 und 77 geliefert.

Das Signal vom Belastungsmesser 36 wird über Widerstände 78 und 79 einem Verstärker 80 zugeführt, der das Signal nicht nur verstärkt, sondern auch umkehrt, wie schematisch in Fig. 8 neben dem Ausgang des Verstärkers gezeigt ist. Das verstärkte Signal geht dann durch den Widerstand 81 zu einem zweiten Umkehrverstärker 82, der mit seinen zugehörigen Widerständen und Kapazitäten als ein Tiefpaßfilter zur Verhinderung des Durchgangs von Ausgleichspannungsspitzen dient. Die Wellenform des Signals beim Verlassen dieses Teils des Kreises ist in Fig. 8 neben dem Verstärker 82 wiedergegeben.

Danach geht das Signal zum Eingang eines Spitzendetektors 83, der ein bekanntes und für diesen Zweck ohne weiteres verfügbares Element ist. Der Spitzendetektor 83 wird von einer integrierten Schaltung 84 gesteuert, die einen Multivibrator und ein Relais 85 hat. Der Eingang zur Schaltung 84 geht durch einen Umkehrverstärker 82a, während das Relais 85 über eine Leitung 86a von einer Spannungsquelle LVS erregt wird, welche an die Solenoidleitung 86a durch die erwähnte Bewegung des Kontakts 74a (Fig. 7) in die Kreisschließstellung angeschlossen wird. Dadurch wurde das Relais 85 gleichzeitig mit der Erregung der Spule 75 der pneumatischen Zeitverzögerung erregt, so daß das Relais 85 seine Kontakte 85a und 85b etwa 6 sec. schloß, ehe der Druckluftstoß für die Drehbewegung des Rotors 27 geliefert wurde.

Das bereitete den Spitzendetektor 83 auf die Speicherung und Zurückhaltung des vom Verstärker 82 erhaltenen Signals vor.

Die Gegenwart eines positiven Signals von Verstärker 82 hindert das Signal vom Multivibrator der Schaltung 84 an einer Beeinflussung des Spitzendetektors für eine Zeit, die von den Kapazitäts- und Widerstandseigenschaften der Schaltung bestimmt wird, die so gewählt sind, daß diese Verzögerung die Größenordnung von 0,05 sec. hat. Während dieser Zeit wird das Signal vom Verstärker 82, welches die Beanspruchung in der Probe zum Ausdruck bringt, ohne Unterbrechung dem Spitzendetektor zugeleitet, der den Spitzenwert des Signals speichert, bis das Relais 85 anschließend aberregt wird. Etwa 0,05 sec., nachdem die integrierte Schaltung 84 zeitweilig blockiert war, sendet sie Energie zu dem Spitzendetektor 83 in einer Weise, die jede Abnahme der Spitze des vom Verstärker 82 erhaltenen Signals verhindert, während das Signal nun infolge der Entspannung der in der Probe induzierten Beanspruchung abnimmt.

Der im Spitzendetektor 83 gespeicherte Spitzenwert wird optisch an einem numerischen Voltmeter 48 bekannter Art angezeigt. Dieses Voltmeter, das ein als Modell 200-4 von den Newport Laboratories, Santa Ana, Kalifornien, auf den Markt gebrachtes Voltmeter sein kann, kann Zahlen mit fünf Ziffern aufzeichnen. Das Signal zum Betätigen des numerischen Voltmeters 48 wird vom Spitzendetektor 83 über Leitungen 88, 89 CR 90, einen Widerstand 91 und einen Transistor 92 geliefert. Ein Anschluß an das numerische Voltmeter wird ebenfalls von der integrierten Schaltung über die Leitung 93, CR 94 und den mit dem Transistor 92 verbundenen Widerstand 95 hergestellt. Die letztgenannte Schaltung wirkt in ähnlicher Weise auf den Spitzendetektor, indem sie nämlich das numerische Voltmeter ein positiv laufendes Signal empfangen läßt, das die in der Probe auftretende Beanspruchung wiedergibt, und dessen Höchstwert beibehalten läßt.

Es ist ebenso Vorkehrung dafür getroffen, das Zeitintervall von der anfänglichen Übertragung der Drehbeanspruchung in der Probe und dem Zeitpunkt zu bestimmen, an dem die Beanspruchung auf 37,5% des Höchstwerts verringert ist. Dieses Zeitintervall, das im wesentlichen im Bereich von 0,15 sec. bis 1,50 sec. liegt, wird optisch in Hundertstel-Sekunden auf einem fünfstelligen, numerischen Elektronenzähler 49 angegeben.

Um den Zeitintervall-Zähler 49 zu betätigen, wird das Signal vom Verstärker 82, das die Beanspruchung in der Probe anzeigt, über eine Leitung 97, einen Widerstand 98 und einen Umkehrverstärker 99 dem Zähler zugeführt. Die Aufgabe des Verstärkers 99 ist es, das andauernde Signal von der Belastungszelle 36 mit dem ausgewählten, prozentualen gespeicherten Spitzenwert vom Spitzendetektor 83, der über die Leitung 100 dem Verstärker 101 zugeführt wird, zu vergleichen. Der Ausgang des Verstärkers 101 wird einem Potentiometer 102 zugeleitet, dessen beweglicher Kontakt 103 über einen Widerstand 104 mit dem Eingang des Verstärkers 99 verbunden ist. Der Kontakt 103 ist eingestellt, um den gewünschten Prozentsatz des gesamten Spannungsabfalls wiederzugeben, der von dem gespeicherten Spitzenwert bestimmt wird, der vom Spitzendetektor 83 erhalten wird. Bei der bevorzugten Ausführung ist der Kontakt 103 eingestellt, um eine Spannung zu erzeugen, die 37,5% der Spitze ist. Das wird mit dem Wert des fortlaufenden Signals vom Versuchsstück verglichen,

das vom Verstärker 82 geliefert wird. So lange der Wert des vom Verstärker 82 über die Leitung 97 gelieferten Signals geringer als des vom Kontakt 103 gelieferten ist, arbeitet der Verstärker 99 so, daß er den Zähler 49 arbeiten läßt. Wenn jedoch die Signale gleich sind oder das Signal vom Kontakt 103 das von der Leitung 97 übertrifft, wird der Zähler angehalten und zeigt in numerischer Form in Hundertstelsekunden die Zeitspanne vom Anfang der Probenverformung bis zur Verringerung der übertragenen Beanspruchung auf 37,5% des Höchstwerts. Das liefert zusammen mit dem Wert des an dem Ziffernvoltmeter 48 aufgezeichneten Gesamtdrehmoments eine gute Anzeige der Elastizität und Bearbeitbarkeit des Elastomers.

Der erwähnte Formfaktor oder das Integral der Spannungs-Zeit-Kurve für eine vorherbestimmte Zeitspanne, d. h. zwei Minuten, wird an einem Digitalvoltmeter 50 in cmks angezeigt. Das ist möglich, weil die Spannung des Verstärkers 82 derart ist, daß 1,0 V einem Drehmoment von 112,5 cmkg entspricht. Diese Ausgangsleistung wird über die Leitung 106 dem Verstärker 107 zugeführt, der als Integratorschaltung angeschlossen ist. Das Anschalten, Abschalten und Neueinstellen des Integrators 107 wird durch wahlweise Betätigung zweier Feldtransistoren 108 und 109 bestimmt, die von einem monostabilen Multivibrator 110 und zwei Flip-Flops 111a und 111b gesteuert werden.

Es sei daran erinnert, daß das Relais 85 aberregt wird, wenn die Probenhöhle in der Offen-Stellung ist. Zu dieser Zeit ist der Integrator in der Einstellphase. Das Schließen der Probenhöhle erregt das Relais 85, wie erwähnt. Das schließt einen Stromkreis von der Integratorschaltung 84 über die Leitung 112 zum Flip-Flop 111b und weiter über die Leitungen 113 und 114 zu dem jetzt geschlossenen Kontakt 85b. Der Flip-Flop 111a und seinerseits der monostabile Multivibrator 110 werden auch erregt. Wenn die Probe durch die Drehbewegung des Rotors 27 beansprucht wird, wird der Feldtransistor 108 leitend gemacht, während der Feldtransistor 109 nicht leitend gemacht wird. Das leitet die Arbeit des Integrators 107 ein. Damit wird das Ziffernvoltmeter 50 über die Leitung 115 erregt und registriert das Zeitintegral der Beanspruchungskurve. Am Ende des Zwei-Sekunden-Intervalls, das durch den monostabilen Multivibrator 110 bestimmt wird, wird der Feldtransistor 108 nichtleitend gemacht. Das beendet die Tätigkeit des Ziffernvoltmeters 50, das nun eine Ablesung des Zeitintegrals der Probenbeanspruchungskurve für eine Dauer von 2 sec. zeigt.

Wenn der Versuch beendet ist, betätigt die Bedienungsperson gleichzeitig die Druckknopfschalter 59 und 60. Die Betätigung des Schalters 59 öffnet seinen Kontakt 59a und schließt den Kontakt 59b. Das Öffnen des Kontakts 59a unterbricht den Stromkreis zum Solenoid 71 und beendet damit die Zufuhr von Druckluft zum unteren Ende des Zylinders 19. Das Schließen der Kontakte 59b und 60 erregt das Solenoid 105 und gibt Druckluft auf das obere Ende des Zylinders 19. Daher wird die Platte 16 mit dem Probenbehälter 26 gesenkt und die Probenhöhle geöffnet. Ebenso wird auf den Zylinder 39 gegeben, um den Rotor 27 in seine Ausgangsstellung zurückzuführen.

Beim Absinken der Platte 16 wird der Grenzscharter 73 abgeschaltet, löscht das Licht 61 und erregt das Solenoid 74 ab. Dieses öffnet seinerseits die Kontakte 74a und 74b für die Aberregung des Relais 85, so daß seine Kontakte 85a und 85b in Stellungen zurückgeführt werden, die eine Neueinstellung der Schaltung bewirken. Dazu gehört, daß der Feldtransistor 109 leitend gemacht, der Integrator 107 auf das Nullpotential gestellt und die Ziffernvoltmeter 48, 49 und 50 wieder eingestellt werden. Die Druckknöpfe 59 und 60 werden nach unten gedrückt gehalten, bis das Licht 62 wieder angeht als Folge davon, daß die Platte 16 ihre untere Stellung erreicht, in der sie einen Grenzscharter 115 betätigt. Soll eine neue Untersuchung gemacht werden, ist es nur nötig, eine Probe in den Probenbehälter 26 einzulegen und gleichzeitig die Druckknöpfe 57 und 58 zu betätigen. Wird es gewünscht, die Prüfung für längere Zeit auszusetzen, wird der Schalter 51 in die »Aus«-Stellung gebracht, wodurch alle elektrischen Stromkreise des Geräts aberregt werden.

Die Temperatur für den Stator und den Rotor wird gemäß den Eigenschaften des zu prüfenden Elastomers gewählt. Wenn die Natur dieses Materials völlig unbekannt ist, kann es wünschenswert sein, mehrere Versuche bei verschiedenen Temperaturen durchzuführen. Das läßt sich ohne weiteres machen, weil die Gesamtzeit für den Versuch, einschließlich des Anwärmens des Stators und Rotors auf die geeignete Temperatur nur wenige Minuten beträgt. Außerdem werden die Ergebnisse des Versuchs sofort numerisch angezeigt, so daß es nicht erforderlich ist, Messungen an einer Kurve vorzunehmen, wie es bisher nötig war. Daher eignet sich das Gerät zu einem Gebrauch im Werk sowohl für eine Produktionskontrolle als auch infolge seiner Genauigkeit zu einer Verwendung als Laborgerät.

Eine Betätigung der verschiedenen Einzelteile des Geräts statt eines automatischen Ablaufs, wie zuvor beschrieben, kann von Hand bewirkt werden, indem man den Schalter 52 in die Handbetätigungsstellung bringt. Auch kann eine nicht gezeigte Versuchsschaltung mit einem Mehrstellungs-Schalter vorgesehen werden, um eine gesonderte Betätigung jedes größeren Bestandteils des Schaltungsaufbaus zu gestatten.

Geeignete Digitaldrucker und Digitalgrenzsteuerungen können mit den oder anstatt der Registrier-Voltmeter benutzt werden, um eine Anzeige und/oder eine Aufzeichnung von Materialien zu bewerkstelligen, die nicht innerhalb der vorherbestimmten Angaben liegen. Auch muß die Belastungszelle 36 nicht so angebracht sein, wie es gezeigt ist, sondern kann ein geeigneter elektrischer Belastungsmesser sein, der auf ein Drehmoment anspricht und unmittelbar auf der Welle des Rotors 27 sitzt. Außerdem können vulkanisierte Elastomerproben untersucht werden. Beispielsweise können O-Ringe ohne Zerstörung untersucht werden, indem der Stator 26 und der Rotor 27 durch zusammenwirkende Platten geeigneter Gestalt ersetzt werden. Die Untersuchung kann bei Raumtemperatur durchgeführt werden, indem gewünschtenfalls die Schalter 53 und 54 in die »Aus«-Stellung gebracht werden.

FIG 4

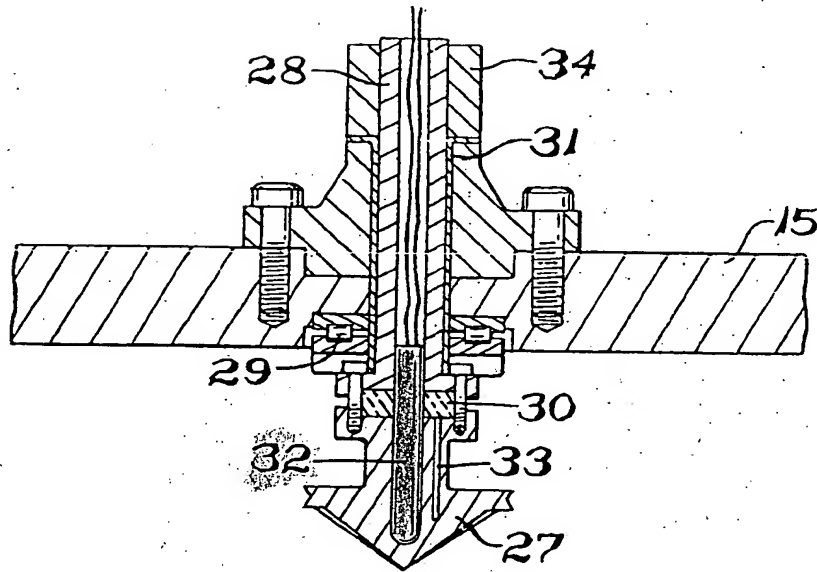


FIG 5

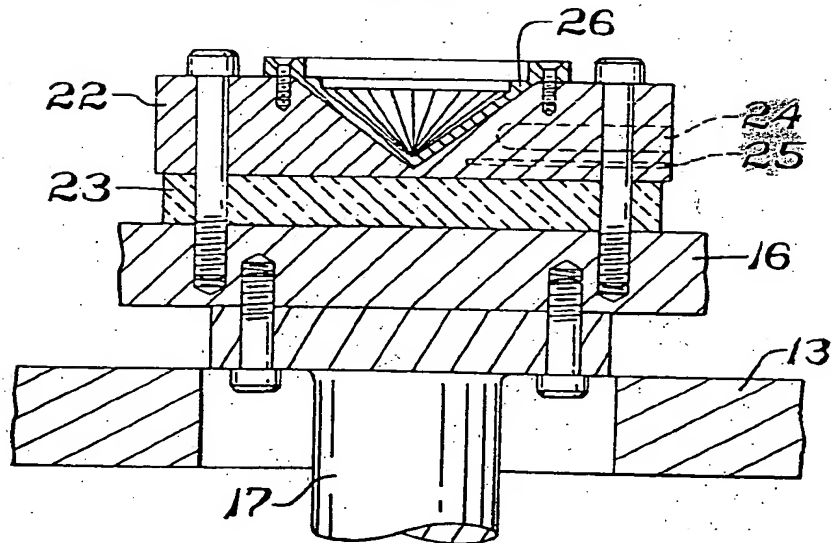


FIG 6

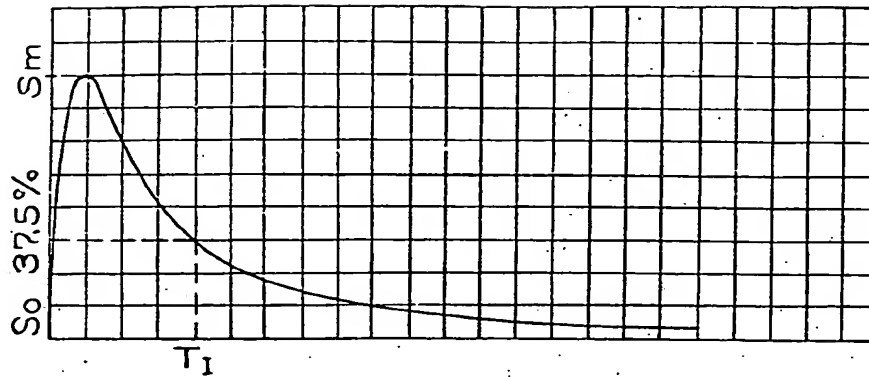
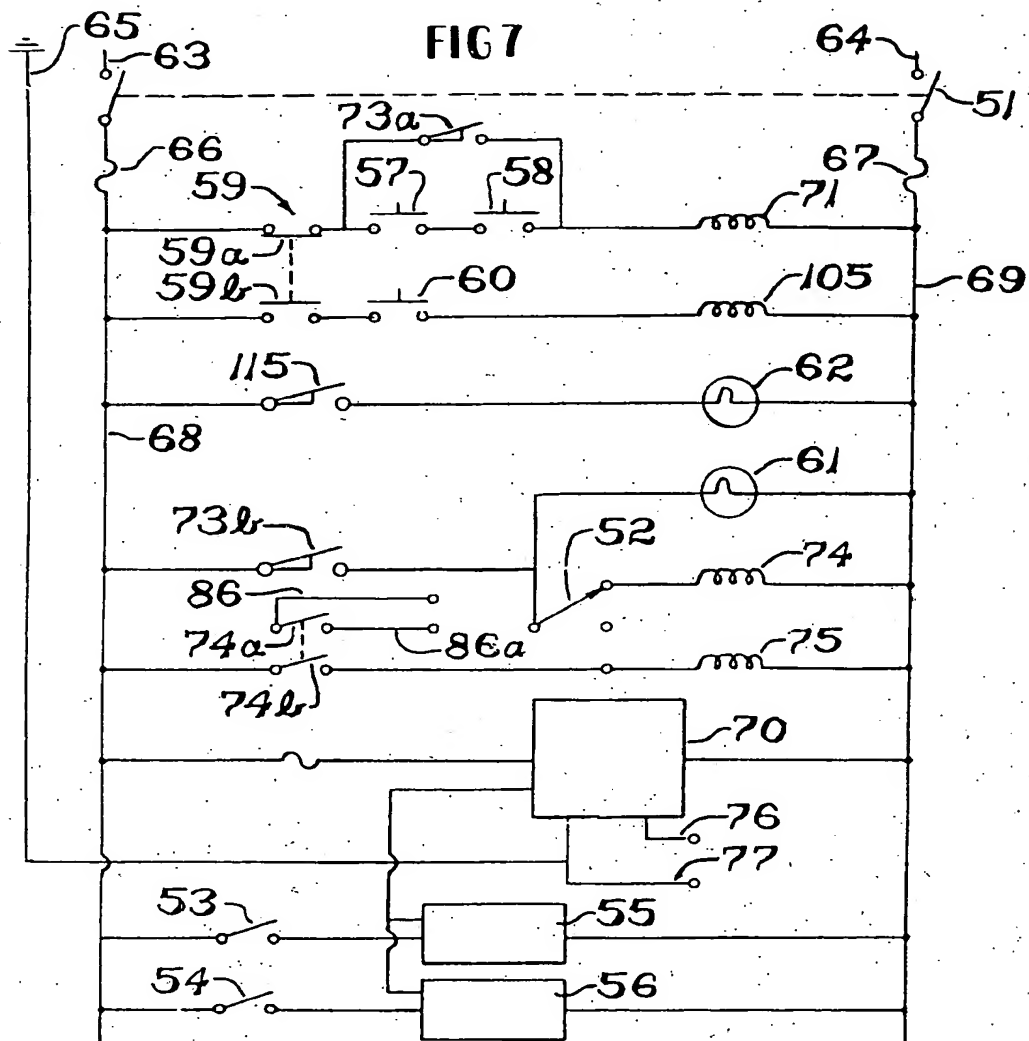


FIG 7



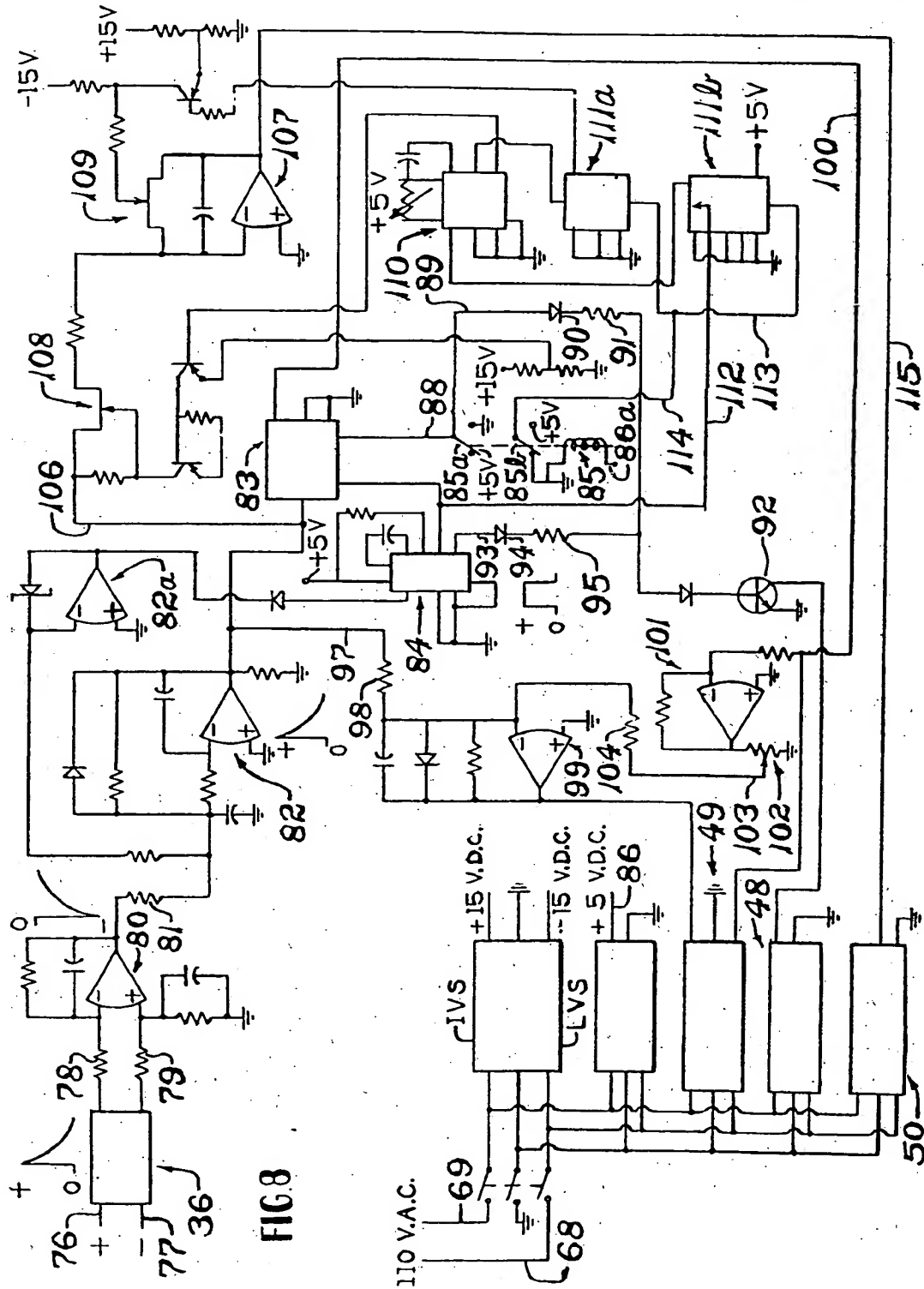


FIG 8